

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-284636

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-284636 ]

出 願 人

Applicant(s):

京セラ株式会社

2003年 1月21日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3000336

【書類名】 特許願

【整理番号】 27479

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 23/12

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 3 号 京セラ株式会社中央研究所内

    【氏名】 田中 宏行

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 3 号 京セラ株式会社中央研究所内

    【氏名】 奥道 武宏

【特許出願人】

    【識別番号】 000006633

    【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地

    【氏名又は名称】 京セラ株式会社

    【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 005337

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高周波信号伝送用積層構造およびそれを用いた高周波半導体パッケージ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の誘電体層を積層して成る積層基板が使用する周波数帯域の最高周波数の管内波長の  $1/8$  以上の厚みを有し、前記積層基板の最上層および最下層のそれぞれに形成した信号配線導体が、互いに一端から逆方向に延びる関係にあり、これら各信号配線導体の一端と、前記最上層および前記最下層の誘電体層を上下に貫く表層信号用貫通導体とを、前記信号配線接続導体を介して接続し、前記最上層および前記最下層を除く内層の各層に、平面形状が 2 軸対称形状を成す内層接地導体非形成領域と、内層接地導体とを形成し、前記内層接地導体非形成領域には、前記内層の各層を上下に貫く内層信号用貫通導体に接続する信号用貫通導体接続導体を形成し、前記内層接地導体非形成領域の外周部に、前記内層の各層を上下に貫く内層接地用貫通導体を形成して前記内層接地導体間を接続して成るとともに、前記最上層および前記最下層のそれぞれに形成した信号配線接続導体下記式を満足することを特徴とする高周波信号伝送用積層構造。

【数 1】

$$2\pi f_{\max} \left( 0.09 \ln \left( \frac{2L_1}{W_1(\epsilon_r + 1)} \times \frac{2L_2}{W_2(\epsilon_r + 1)} \right) + 0.32 \right) \leq \frac{2}{3} Z_0$$

(ただし、 $L_1$ ：最上層に形成された信号配線接続導体において、その直下の内層接地導体と重ならない長さ、 $L_2$ ：最下層に形成された信号配線接続導体において、その直上の内層接地導体と重ならない長さ、 $W_1$ ： $L_1$ の範囲における信号配線接続導体の幅、 $W_2$ ： $L_2$ の範囲における信号配線接続導体の幅、 $\epsilon_r$ ：積層基板の比誘電率、 $f_{\max}$ （単位：GHz）：使用する周波数帯域の最高周波数、 $Z_0$ ：適用する特性インピーダンス）

【請求項 2】 前記積層基板の上面および／または下面に、表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体の全体を前記信号配線接続導体における前記信号配線導

体とは反対側の端よりも前記信号配線導体の側に配置してなる請求項 1 に記載の高周波信号伝送用積層構造。

【請求項 3】 前記積層基板の上面および／または下面に表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体が前記信号配線導体を取囲むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 に記載の高周波信号伝送用積層構造。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の高周波信号伝送用積層構造を備えた前記積層基板の上面に枠体および蓋体を設けることにより、高周波半導体素子を収容する構造としたことを特徴とする高周波半導体パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明はマイクロ波帯やミリ波等の高周波に使用される高周波信号伝送用積層構造およびそれを用いた高周波半導体パッケージに関し、特に高周波伝送特性が良好となるように適用した高周波信号伝送用積層構造およびそれを用いた高周波半導体パッケージに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

上記高周波信号伝送用積層構造として、従来、図 10 に示すような構造が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。図 10 に示す高周波信号伝送用積層構造において、1 は誘電体層であり、これらを積層することで積層基板としている。11 および 21 は信号配線導体であり、13 および 23 の信号配線接続導体を介して、14 および 24 の表層信号用貫通導体にそれぞれ接続している。また、15 および 25 は表層接地用貫通導体であり、12 および 22 の表面接地導体に接続している。表面接地導体 12, 22 には 16 および 26 に示す矩形状の表面接地導体非形成領域が形成されている。内層には 34 の内層信号用貫通導体とそれらを接続する 33 の信号用貫通導体接続導体が形成され、表層信号用貫通導体 14, 24 との間を接続しており、32 の内層接地導体の内側には 36 に示す矩形状の内層接地導体非形成領域が形成され、内層接地導体非形成領域 36 の外周近傍に 35 に示す内層接地用貫通導体が形成され

ている。そして、表層信号用貫通導体14,24と内層信号用貫通導体34ならびに表面接地導体非形成領域16,26と内層接地導体非形成領域36とは中心を共有して重ねた、いわゆる同軸線路構造をなし、高周波信号伝送用積層構造としていた。

【0003】

【特許文献1】

特許第3008939号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来の高周波信号伝送用積層構造においては、前記信号配線接続導体の長さが長く、ここを伝搬する高周波信号から見てグランドまでの距離が遠いためにこの部分がインダクタンスとして働くこととなり、高周波伝送特性が劣化するという問題があった。

【0005】

例えば、前記高周波信号伝送用積層構造の全厚みを4mmとし、また前記最上層および最下層の信号配線導体の直下または直上の内層接地導体と重ならず、前記表層信号用貫通導体に至るまでの最上層および最下層の信号配線接続導体の長さ・幅をそれぞれ $L_1 = 0.449\text{ mm}$ ・ $W_1 = 0.150\text{ mm}$ 、 $L_2 = 0.449\text{ mm}$ ・ $W_2 = 0.150\text{ mm}$ とし、また積層基板の比誘電率を $\epsilon_r = 8$ 、また表層信号用貫通導体と内層信号用貫通導体を円柱形とし、その直径をそれぞれ同じ $0.104\text{ mm}$ 、また適用する特性インピーダンスを $Z_0 = 50\ \Omega$ としたとき、信号配線導体11・21の長さを $0.500\text{ mm}$ として、この間の高周波伝送特性を電磁界シミュレーションにて抽出すると、図11に線図で示すような周波数特性の特性曲線が得られた。

【0006】

図11において、横軸は周波数（単位：GHz）、縦軸は入力した信号のうちの反射された量を評価指標としての反射係数（単位：dB）を示しており、特性曲線は反射係数の周波数特性を示している。図11における特性曲線は、周波数が高くなるにつれて反射係数が大きくなることを示しており、信号配線接続導体13・23のインダクタンスの影響が現れ、高周波信号の伝送に劣化を及ぼしている

ことがわかる。

【 0 0 0 7 】

この例では、反射係数が 2 3 . 3 G H z で - 1 0 d B を超えて伝送特性が劣化しているが、前記高周波信号伝送用積層構造の全厚が変化した場合には、信号配線導体 11・21 の間の電気長が変化するために、定在波が生じる周波数が変化することとなるが、その定在波による反射量は信号配線接続導体 13・23 のインダクタンスを合成したインダクタンスによる反射量と等しくなり、すなわち、包絡線をたどることとなる。この包絡線は、上記の場合においては約 2 0 G H z で - 1 0 d B を超え、使用する周波数帯域の最高周波数が 2 0 G H z 以上にある場合に問題となる。

【 0 0 0 8 】

なお、上記高周波信号伝送用積層構造においては、使用する周波数帯域の最高周波数の管内波長の  $1/8$  以上の厚みを有していることから、積層基板の厚み方向の信号の伝搬は分布定数回路として振舞うので、高周波伝送線路として機能させる必要があるために、内層接地導体の内側に矩形状の内層接地導体非形成領域を形成し、内層接地導体非形成領域の外周近傍に内層接地用貫通導体が形成したことで、高周波伝送線路として構成した。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記従来技術における問題点に鑑みてなされたものであり、前記インダクタンスを低減し、高周波伝送特性を改善するための条件を満たした高周波信号伝送用積層構造およびそれを用いた高周波半導体パッケージを提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 に係る高周波信号伝送用積層構造は、複数の誘電体層を積層して成る積層基板が使用する周波数帯域の最高周波数の管内波長の  $1/8$  以上の厚みを有し、前記積層基板の最上層および最下層のそれぞれに形成した信号配線導体が、互いに一端から逆方向に延びる関係にあり、これら各信号配線導体の一端と、前記最上層および前記最下層の誘電体層を上下に貫く表層信号用貫通導体

とを、信号配線接続導体を介して接続し、前記最上層および前記最下層を除く内層の各層に、平面形状が 2 軸対称形状を成す内層接地導体非形成領域と、内層接地導体とを形成し、前記内層接地非形成領域には、前記内層の各層を上下に貫く内層信号用貫通導体に接続する信号用貫通導体接続導体を形成し、前記内層接地導体非形成領域の外周部に、前記内層の各層を上下に貫く内層接地用貫通導体を形成して前記内層接地導体間を接続した高周波信号伝送用積層構造において、下記式を満足することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

【数 2】

$$2\pi f_{\max} \left( 0.09 \ln \left( \frac{2L_1}{W_1(\epsilon_r + 1)} \times \frac{2L_2}{W_2(\epsilon_r + 1)} \right) + 0.32 \right) \leq \frac{2}{3} Z_0$$

【 0 0 1 2 】

(ただし、 $L_1$ ：最上層に形成された信号配線接続導体において、その直下の内層接地導体と重ならない長さ、 $L_2$ ：最下層に形成された信号配線接続導体において、その直上の内層接地導体と重ならない長さ、 $W_1$ ： $L_1$ の範囲における信号配線接続導体の幅、 $W_2$ ： $L_2$ の範囲における信号配線接続導体の幅、 $\epsilon_r$ ：積層基板の比誘電率、 $f_{\max}$  (単位：GHz)：使用する周波数帯域の最高周波数、 $Z_0$ ：適用する特性インピーダンス)

【 0 0 1 3 】

従来、信号配線接続導体の長さが長く、ここを伝搬する高周波信号から見てグランドまでの距離が遠いために、この部分がインダクタンスとして働くことにより高周波信号特性の劣化が生じる場合と比較して、条件式を満たすことにより、確実に信号配線接続導体のインダクタンスを小さくすることができるので、良好な高周波伝送特性とすることができる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

【 0 0 1 4 】

上記条件式から明らかなように、 $L_1/W_1$ 、 $L_2/W_2$ を小さくし、また  $\epsilon_r$  を大きくすると、 $f_{\max}$  を高周波側に上げることができることがわかる。また、特

定の特性インピーダンスで構造を成す場合において、比誘電率が小さいほど信号配線接続導体の長さは短くなるので、同様に  $f_{\max}$  を高周波側に上げることができる。また、内層信号用貫通導体の径を小さくするほど、適用する特性インピーダンスを得るための内層接地導体非形成領域は小さくなり、信号配線接続導体の長さが短くなるので、同様に  $f_{\max}$  を高周波側に上げることができる。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 2 の高周波信号伝送用積層構造によれば、前記積層基板の上面および／または下面に表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体の全体を前記信号配線接続導体における前記信号配線導体とは反対側の端よりも前記信号配線導体の側に配置することを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

これにより、入出力線路としてコプレナ線路として構成することで、外部配線がコプレナ線路の場合に、外部配線との接続におけるインピーダンスの不連続性を少なくすることができる構造となる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 3 の高周波信号伝送用積層構造によれば、前記積層基板の上面および／または下面に表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体が前記信号配線導体を取り囲むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

これにより、入出力線路としてコプレナ線路として構成することで、外部配線がコプレナ線路の場合に、外部配線との接続におけるインピーダンスの不連続性を少なくすることができる構造となる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 4 の高周波パッケージによれば、請求項 1 に記載の高周波信号伝送用積層構造を備えた前記積層基板の上面に形成した信号配線導体に、高周波半導体素



子を接続させて成ることを特徴とする。例えば、積層基板の上面に高周波半導体素子を収容するように枠体および蓋体を形成し、積層基板の下面の信号配線導体の信号配線接続導体と反対側に外部との信号入出力のための入出力信号配線接続導体を形成したことにより、高周波伝送特性が良好な高周波半導体パッケージとなる。

## 【 0 0 2 0 】

## 【発明の実施の形態】

以下、模式的に示した図面に基づいて本発明を詳細に説明する。なお、本発明は以下の例に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で変更・改良を施すことは何ら差し支えない。

## 【 0 0 2 1 】

図 1 は本発明の請求項 1 に係る、第 1 の高周波信号伝送用積層構造の例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)の A-A' 断面図である。第 1 の高周波信号伝送用積層構造は、複数の誘電体層を積層して成る積層基板が使用する周波数帯域の最高周波数の管内波長の  $1/8$  以上の厚みを有し、前記積層基板の最上層と最下層を除いた内層の各誘電体層は使用する最高周波数の管内波長の半分より小さい厚みとして成し、積層基板の上面および下面に互いに逆方向に延びる信号配線導体を形成し、信号配線導体の一端は誘電体層の最上層と最下層に設けられた各層を上下に貫く表層信号用貫通導体との間をそれぞれ信号配線接続導体を介して接続し、積層基板の上面および下面に表層信号用貫通導体および信号配線接続導体を取囲む状態で信号配線導体の両側の所定幅を除いて略全面に表面接地導体を形成し、内層の各層には内層接地導体を矩形状や円形状や楕円形状等の 2 軸対称形状に設けた内層接地導体非形成領域を除いて略全面に形成し、これらの内層接地導体非形成領域は互いに上下に重なり合うように配置し、内層接地導体非形成領域の内側には誘電体層の内層の各層を上下に貫く内層信号用貫通導体のそれぞれを接続する信号用貫通導体接続導体を形成するとともに、使用する最高周波数の管内波長の半分よりも短い間隔をあけて内層接地導体非形成領域の外周近傍に内層の各層を上下に貫く複数の内層接地用貫通導体ならびに表面接地導体と内層接地導体との間を上下に貫く複数の表面接地用貫通導体を配設して内層接地導体

間ならびに表面接地導体と内層接地導体との間をそれぞれ接続することにより内層部に電磁遮蔽空間を形成し、表層信号用貫通導体と内層信号用貫通導体との間を信号用貫通導体接続導体を介して接続することにより積層基板の上下面の間を電氣的に接続する積層構造において、前記最上層および最下層の信号配線導体の直下または直上の内層接地導体と重ならず、前記表層信号用貫通導体に至るまでの最上層および最下層の信号配線接続導体の長さ・幅をそれぞれ  $L_1 \cdot W_1$ 、 $L_2 \cdot W_2$  とし、また、積層基板の比誘電率を  $\epsilon_r$  とし、前記積層基板また使用する周波数帯域の最高周波数を  $f_{\max}$  (単位: GHz) とし、また適用する特性インピーダンスを  $Z_0$  としたとき、使用する  $f_{\max}$  に応じて、下記条件式に当てはめた (条件を満たすように、 $L_1 \cdot W_1$ 、 $L_2 \cdot W_2$ 、 $\epsilon_r$  を設定した)。

【 0 0 2 2 】

【数 3】

$$2\pi f_{\max} \left( 0.09 \ln \left( \frac{2L_1}{W_1(\epsilon_r + 1)} \times \frac{2L_2}{W_2(\epsilon_r + 1)} \right) + 0.32 \right) \leq \frac{2}{3} Z_0$$

【 0 0 2 3 】

(ただし、 $L_1$ : 最上層に形成された信号配線接続導体において、その直下の内層接地導体と重ならない長さ、 $L_2$ : 最下層に形成された信号配線接続導体において、その直上の内層接地導体と重ならない長さ、 $W_1$ :  $L_1$  の範囲における信号配線接続導体の幅、 $W_2$ :  $L_2$  の範囲における信号配線接続導体の幅、 $\epsilon_r$ : 積層基板の比誘電率、 $f_{\max}$  (単位: GHz): 使用する周波数帯域の最高周波数、 $Z_0$ : 適用する特性インピーダンス)

【 0 0 2 4 】

すなわち、図 1 において、1 は誘電体層でありそれぞれを積層することで積層板としている。11 および 21 は信号配線導体であり 13 ならびに 23 の信号配線接続導体を介して 14 ならびに 24 の表層信号用貫通導体にそれぞれ接続している。また、15 および 25 は表層接地用貫通導体であり 12 ならびに 22 の表面接地導体に接続している。表面接地導体 12・22 には 16 ならびに 26 に示す矩形状の表面接地導体非形成領域が形成されている。内層には 34 の内層信号用貫通導体とそれらを接続する 33

の信号用貫通導体接続導体が形成され、表層信号用貫通導体14・24との間を接続しており、32の内層接地導体の内側には36に示す矩形状の内層接地導体非形成領域が形成され、内層接地導体非形成領域36の外周近傍に35に示す内層接地用貫通導体が形成されている。そして、表面接地導体非形成領域16・26と内層接地導体非形成領域36とはそれぞれ上下に重ねて配置しており、表層信号用貫通導体14・24の間を内層信号用貫通導体34および信号用貫通導体接続導体33により接続するように配置する。

## 【 0 0 2 5 】

これにより、従来、信号配線接続導体の長さが長く、ここを伝搬する高周波信号から見てグラウンドまでの距離が遠いためにこの部分がインダクタンスとして働くことにより高周波信号特性の劣化が生じる場合と比較して、上記条件式を満たすことにより、確実に信号配線接続導体のインダクタンスを小さくすることができるために、良好な高周波伝送特性とすることができる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【 0 0 2 6 】

ところで、上記条件式については、以下に述べる方法で良好な一致を得ることを確認した。まず、図1に示す高周波信号伝送用積層構造において、 $L = L_1 = L_2$ 、 $W = W_1 = W_2$ 、 $\epsilon_r$ の値を変化させて、電磁界シミュレーションにより、片側の信号配線接続導体部のインダクタンスを算出し、図6に示した。図6において、菱形点は電磁界シミュレーションにより算出された各 $L \cdot W \cdot \epsilon_r$ とインダクタンスの関係を示しており、またこの関係に良好に一致する特性曲線を得た。ここで、インダクタンスは最上層と最下層の信号配線接続導体部の両個所に存在するので、それぞれのインダクタンスを $L_u \cdot L_d$ としたときに、高周波信号伝送用積層構造としてのリアクタンスは $\omega (L_u + L_d)$  ( $\omega$ は角周波数)となることから、良好な高周波特性を維持するためには、 $\omega (L_u + L_d) \leq 2 Z_0 / 3$  ( $Z_0$ は適用する特性インピーダンス)とすればよい。

## 【 0 0 2 7 】

次に、図2は本発明の請求項2に係る、第2の高周波信号伝送用積層構造の例

を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A'断面図である。第2の高周波信号伝送用積層構造は、上記第1の高周波信号伝送用積層構造において、前記積層基板の上面および／または下面に表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体の全体を前記信号配線接続導体における前記信号配線導体とは反対側の端よりも前記信号配線導体の側に配置した。

## 【 0 0 2 8 】

図2において、図1と同様の箇所には同じ符号を付してあり、1は誘電体層であり、11・21は信号配線導体、13・23は信号配線接続導体、14・24は表層信号用貫通導体、32は内層接地導体、33は信号用貫通導体接続導体、34は内層信号用貫通導体、35は内層接地用貫通導体、36は内層接地導体非形成領域である。そして、図2は、誘電体層1の上面および下面において、表層接地導体非形成領域16・26と信号配線導体11・21に対し所定間隔を有する表層接地導体12・22を形成するとともに、表層接地導体12・22の全体を信号配線接続導体13・23における信号配線導体11・21とは反対側の端よりも信号配線導体11・21の側に配置した様子を示している。

## 【 0 0 2 9 】

これにより、入出力線路としてコプレナ線路として構成することで、外部配線がコプレナ線路の場合に、外部配線との接続におけるインピーダンスの不連続性を少なくすることができる構造となる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【 0 0 3 0 】

次に、図3は本発明の請求項3に係る、第3の高周波信号伝送用積層構造の例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A'断面図である。第3の高周波信号伝送用積層構造は、上記第1乃至第2の高周波信号伝送用積層構造において、前記積層基板の上面および／または下面に表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体が前記信号配線導体を取囲む構造とした。

## 【 0 0 3 1 】

図3において、図1と同様の箇所には同じ符号を付してあり、1は誘電体層であり、11・21は信号配線導体、13・23は信号配線接続導体、14・24は表層信号用貫通導体、32は内層接地導体、33は信号用貫通導体接続導体、34は内層信号用貫通導体、35は内層接地用貫通導体、36は内層接地導体非形成領域である。そして、図3は、誘電体層1の上面および下面において、表層接地導体非形成領域16・26と信号配線導体11・21に対し所定間隔を有する表層接地導体12・22を形成するとともに、表層接地導体12・22が信号配線導体11・21を取囲む構造とした。

## 【0032】

これにより、入出力線路としてコプレナ線路として構成することで、外部配線がコプレナ線路の場合に、外部配線との接続におけるインピーダンスの不連続性を少なくすることができる構造となる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【0033】

また、上記高周波伝送用積層構造を高周波半導体パッケージに適用が可能である。すなわち、上記積層基板の上面に高周波半導体素子を収容するように枠体および蓋体を形成し、積層基板の下面の信号配線導体の信号配線接続導体と反対側に外部との信号入出力のための入出力信号配線接続導体を形成することにより、高周波の伝送特性が良好な高周波半導体パッケージとなる。

## 【0034】

このような本発明の高周波半導体パッケージにおいて、誘電体基板としては、例えばアルミナやムライト、窒化アルミ等のセラミックス材料、いわゆるガラセラ（ガラス＋セラミック）材料が広く用いられ、信号配線導体や接地導体といった導体パターンは、高周波配線導体用の金属材料、例えば、Cuなどの単体金属やMoMn+Ni+Au、W+Ni+Au、Cr+Cu、Cr+Cu+Ni+Au、Ta<sub>2</sub>N+NiCr+Au、Ti+Pd+Au、NiCr+Pd+Auなどの合金を用いて厚膜印刷法あるいは各種の薄膜形成方法やメッキ処理法などにより形成される。また、その厚みや幅も伝送される高周波信号の周波数や使用する特性インピーダンスなどに応じて誘電体の誘電率や厚みとともに設定される。また、枠体や蓋体に金属を用いる場合には、Fe-Ni-CoやFe-Ni<sub>42</sub>アロイ等のFe-Ni合金・無酸素銅・アルミニウム・ステンレス・Cu-W合金・Cu-Mo合金など

から成る材料を用い、金属構造物間の接合には、ハンダ・AuSnロウやAuGeロウ等の高融点金属ロウ・シームウェルド（溶接）等により取着することによって気密封止し、また、誘電体基板と金属構造物とは、AgCuロウ・AuSnロウ・AuGeロウ等の高融点金属ロウにより接合することによって、半導体素子を収容することで良好な伝送特性を有する高周波半導体パッケージを提供できる。

## 【 0 0 3 5 】

## 【実施例】

次に、本発明の高周波信号伝送用積層構造およびそれを用いた高周波半導体パッケージについて具体例を説明する。

## 【 0 0 3 6 】

## 〔例 1〕

まず、本発明の請求項 1 乃至 3 に係る第 3 の高周波信号伝送用積層構造を示す図 3 と略同様の構成にて、比誘電率が 8 で厚みが 0.2 mm の誘電体層を最上層と最下層に、そして他は 0.6 mm の誘電体層を 6 層積層して積層板とし、信号配線導体 11・21 の幅を 0.176 mm で表面接地導体 12・22 と 0.1 mm の間隔をあけて形成し、信号配線接続導体 13・23 の幅を 0.15 mm で信号配線導体 11・21 と表面信号用貫通導体 14・24 までの距離を 0.265 mm にて形成し、表層信号用貫通導体 14・24 および内層信号用貫通導体 34 を直径 0.07 mm の円形状に形成し、信号用貫通導体接続導体を直径 0.13 mm の円形状とし、表面接地導体非形成領域 16・26 および内層接地導体非形成領域 36 は長辺が 1 mm で短辺が 0.6 mm の矩形状に、表層接地用貫通導体 15・25 および内層接地用貫通導体 35 は直径 0.1 mm の円形状にて表層接地導体非形成領域 16・26 ならびに内層接地導体非形成領域 36 の外周より中心が 0.08 mm だけ離れた位置の外周上に 8 箇所配置することで構成し、そして、8 層間の表層信号用貫通導体 14・24 および内層信号用貫通導体 34 を一直線に接続することにより、本発明の高周波信号伝送用積層構造の試料 A を得た。

## 【 0 0 3 7 】

また、比較例として、高周波信号伝送用積層構造を示す図 10 と略同様の構成にて、比誘電率が 8 で厚みが 0.2 mm の誘電体層を最上層と最下層に、そして

他は 0.6 mm の誘電体層を 6 層積層して積層板とし、信号配線導体 11・21 の幅を 0.176 mm で表面接地導体 12・22 と 0.1 mm の間隔をあけて形成し、信号配線接続導体 13・23 の幅を 0.15 mm で信号配線導体 11・21 と表面信号用貫通導体 14・24 までの距離を 0.449 mm にて形成し、表層信号用貫通導体 14・24 および内層信号用貫通導体 34 を直径 0.102 mm の円形状に形成し、信号用貫通導体接続導体を直径 0.162 mm の円形状とし、表面接地導体非形成領域 16・26 および内層接地導体非形成領域 36 は一辺が 1 mm の正形状に、表層接地用貫通導体 15・25 および内層接地用貫通導体 35 は直径 0.1 mm の円形状にて表層接地導体非形成領域 16・26 ならびに内層接地導体非形成領域 36 の外周より中心が 0.08 mm だけ離れた位置の外周上に 8 箇所配置することで構成し、そして、8 層間の表層信号用貫通導体 14・24 および内層信号用貫通導体 34 を一直線に接続することにより、従来例の高周波信号伝送用積層構造の試料 Z を得た。

## 【 0 0 3 8 】

そして、これらの試料 A・Z について下面の信号配線導体 21 の端部から上面の信号配線導体 11 の端部の間の電気的特性を電磁界シミュレーションにより抽出すると、図 7 に線図で示すような周波数特性の特性曲線が得られた。図 7 において、横軸は周波数（単位：GHz）、縦軸は入力した信号のうちの反射された量を評価指標としての反射係数（単位：dB）を示しており、特性曲線は反射係数の周波数特性を示している。また、特性曲線に付記した A・Z は各々試料 A・Z の特性曲線であることを示している。

## 【 0 0 3 9 】

この結果から、本発明の高周波信号伝送用積層構造である試料 A は、従来例の試料 Z に比べ、より高周波において反射が小さく、良好な電気的特性を有する高周波伝送用積層構造であることが分かる。なぜなら、条件式に、試料 A と試料 Z の値をそれぞれ代入し、 $f_{\max}$  の値を求めると、試料 A については 35 GHz、試料 Z については 21.5 GHz となり、適用可能な周波数に試料 A の方が高いためである。

## 【 0 0 4 0 】

## 〔例 2〕

まず、本発明の請求項 1 乃至 3 に係る第 3 の高周波信号伝送用積層構造を示す図 4 と略同様の構成にて、比誘電率が 8 で厚みが 0.2 mm の誘電体層を最上層と最下層に、そして他は 0.6 mm の誘電体層を 6 層積層して積層板とし、信号配線導体 11・21 の幅を 0.176 mm で表面接地導体 12・22 と 0.1 mm の間隔をあけて形成し、信号配線接続導体 13・23 の幅を 0.25 mm で信号配線導体 11・21 と表面信号用貫通導体 14・24 までの距離を 0.449 mm にて形成し、表層信号用貫通導体 14・24 および内層信号用貫通導体 34 を直径 0.102 mm の円形状に形成し、信号用貫通導体接続導体を直径 0.162 mm の円形状とし、表面接地導体非形成領域 16・26 および内層接地導体非形成領域 36 は一辺が 1 mm の正形状に、表層接地用貫通導体 15・25 および内層接地用貫通導体 35 は直径 0.1 mm の円形状にて表層接地導体非形成領域 16・26 ならびに内層接地導体非形成領域 36 の外周より中心が 0.08 mm だけ離れた位置の外周上に 8 箇所配置することで構成し、そして、8 層間の表層信号用貫通導体 14・24 および内層信号用貫通導体 34 を一直線に接続することにより、本発明の高周波信号伝送用積層構造の試料 B を得た。

## 【 0 0 4 1 】

そして、この試料 B と〔例 1〕で示した試料 Z について下面の信号配線導体 21 の端部から上面の信号配線導体 11 の端部の間の電気的特性を電磁界シミュレーションにより抽出すると、図 8 に線図で示すような周波数特性の特性曲線が得られた。図 8 において、横軸は周波数（単位：GHz）、縦軸は入力した信号のうちの反射された量を評価指標としての反射係数（単位：dB）を示しており、特性曲線は反射係数の周波数特性を示している。また、特性曲線に付記した B・Z は各々試料 B・Z の特性曲線であることを示している。

## 【 0 0 4 2 】

この結果から、本発明の高周波信号伝送用積層構造である試料 B は、従来例の試料 Z に比べ、より高周波において反射が小さく、良好な電気的特性を有する高周波伝送用積層構造であることが分かる。なぜなら、上記条件式に、試料 A と試料 Z の値をそれぞれ代入し、 $f_{\max}$  の値を求めると、試料 B については 34.3 GHz、試料 Z については 21.5 GHz となり、適用可能な周波数に試料 B の



方が高いためである。

【 0 0 4 3 】

〔例 3〕

まず、本発明の請求項 1 乃至 3 に係る第 3 の高周波信号伝送用積層構造を示す図 5 と略同様の構成にて、比誘電率が 8 で厚みが 0. 2 mm の誘電体層を最上層と最下層に、そして他は 0. 6 mm の誘電体層を 6 層積層して積層板とし、信号配線導体 11・21 の幅を 0. 1 7 6 mm で表面接地導体 12・22 と 0. 1 mm の間隔をあけて形成し、信号配線接続導体 13・23 の幅を 0. 1 5 mm で、表層信号用貫通導体 14・24 を直径 0. 2 4 0 mm の円形状に形成し信号配線導体 11・21 と表面信号用貫通導体 14・24 までの距離を 0. 3 1 1 mm となる位置に表層信号用貫通導体 14・24 を配置し、内層信号用貫通導体 34 を直径 0. 1 0 2 mm の円形状に形成し、信号用貫通導体接続導体を直径 0. 1 6 2 mm の円形状とし、表面接地導体非形成領域 16・26 および内層接地導体非形成領域 36 は一辺が 1 mm の正形状に、表層接地用貫通導体 15・25 および内層接地用貫通導体 35 は直径 0. 1 mm の円形状にて表層接地導体非形成領域 16・26 ならびに内層接地導体非形成領域 36 の外周より中心が 0. 0 8 mm だけ離れた位置の外周上に 8 箇所配置することで構成し、そして、8 層間の表層信号用貫通導体 14・24 および内層信号用貫通導体 34 を重なるように接続することにより、本発明の高周波信号伝送用積層構造の試料 C を得た。

【 0 0 4 4 】

そして、この試料 C と〔例 1〕で示した試料 Z について下面の信号配線導体 21 の端部から上面の信号配線導体 11 の端部の間の電気的特性を電磁界シミュレーションにより抽出すると、図 9 に線図で示すような周波数特性の特性曲線が得られた。図 9 において、横軸は周波数（単位：GHz）、縦軸は入力した信号のうちの反射された量を評価指標としての反射係数（単位：dB）を示しており、特性曲線は反射係数の周波数特性を示している。また、特性曲線に付記した C・Z は各々試料 C・Z の特性曲線であることを示している。

【 0 0 4 5 】

この結果から、本発明の高周波信号伝送用積層構造である試料 C は、従来例の

試料 Z に比べ、より高周波において反射が小さく、良好な電気的特性を有する高周波伝送用積層構造であることが分かる。なぜなら、条件式に、試料 C と試料 Z の値をそれぞれ代入し、 $f_{\max}$  の値を求めると、試料 C については 29.4 GHz、試料 Z については 21.5 GHz となり、適用可能な周波数に試料 C の方が高いためである。

【 0 0 4 6 】

なお、以上はあくまで本発明の実施の形態の例示であって、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更や改良を加えることは何ら差し支えない。

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】

以上のように、本発明の請求項 1 に係る高周波信号伝送用積層構造によれば、複数の誘電体層を積層して成る積層基板が使用する周波数帯域の最高周波数の管内波長の  $1/8$  以上の厚みを有し、前記積層基板の最上層および最下層のそれぞれに形成した信号配線導体が、互いに一端から逆方向に延びる関係にあり、これら各信号配線導体の一端と、前記最上層および前記最下層の誘電体層を上下に貫く表層信号用貫通導体とを、信号配線接続導体を介して接続し、前記最上層および前記最下層を除く内層の各層に、平面形状が 2 軸対称形状を成す内層接地導体非形成領域と、内層接地導体とを形成し、前記内層接地非形成領域には、前記内層の各層を上下に貫く内層信号用貫通導体に接続する信号用貫通導体接続導体を形成し、前記内層接地導体非形成領域の外周部に、前記内層の各層を上下に貫く内層接地用貫通導体を形成して前記内層接地導体間を接続した高周波信号伝送用積層構造において、前記最上層および最下層の信号配線導体の直下または直上の内層接地導体と重ならず、前記表層信号用貫通導体に至るまでの最上層および最下層の信号配線接続導体の長さ・幅をそれぞれ  $L_1 \cdot W_1$ 、 $L_2 \cdot W_2$  とし、また、積層基板の比誘電率を  $\epsilon_r$  とし、前記積層基板また使用する周波数帯域の最高周波数を  $f_{\max}$  (単位: GHz) とし、また適用する特性インピーダンスを  $Z_0$  としたとき、所定の条件式を満たすことにより、従来、信号配線接続導体の長さが長く、ここを伝搬する高周波信号から見てグランドまでの距離が遠いためにこの部

分がインダクタンスとして働くことにより高周波信号特性の劣化が生じる場合と比較して、前記条件式を満たすことにより、確実に信号配線接続導体部のインダクタンスを小さくすることができるために、良好な高周波伝送特性を有することから、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【 0 0 4 8 】

また、本発明の請求項 2 に係る高周波信号伝送用積層構造によれば、前記積層基板の上面および／または下面に表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体の全体を前記信号配線接続導体における前記信号配線導体とは反対側の端よりも前記信号配線導体の側に配置することにより、入出力線路としてコプレナ線路として構成することで、外部配線がコプレナ線路の場合に、外部配線との接続におけるインピーダンスの不連続性を少なくすることができる構造となる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【 0 0 4 9 】

また、本発明の請求項 3 に係る高周波信号伝送用積層構造によれば、前記積層基板の上面および／または下面に表層接地導体非形成領域と前記信号配線導体に対し所定間隔を有する表層接地導体を形成するとともに、前記表層接地導体が前記信号配線導体を取囲むことにより、入出力線路としてコプレナ線路として構成することで、外部配線がコプレナ線路の場合に、外部配線との接続におけるインピーダンスの不連続性を少なくすることができる構造となる。その結果、使用する周波数帯域の最高周波数までの伝送特性が良好な高周波信号伝送用積層構造となる。

## 【 0 0 5 0 】

また、本発明の請求項 4 の高周波半導体パッケージによれば、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の高周波信号伝送用積層構造を有する積層基板の上面に高周波半導体素子を収容するように枠体および蓋体を形成し、積層基板の下面の信号配線導体の信号配線接続導体と反対側に外部との信号入出力のための入出力

信号配線接続導体を形成したことにより、高周波の伝送特性が良好な高周波半導体パッケージとして提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る第 1 の高周波信号伝送用積層構造の例を模式的に示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)の A - A' 線断面図である。

【図 2】

本発明に係る第 2 の高周波信号伝送用積層構造の例を模式的に示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)の A - A' 線断面図である。

【図 3】

本発明に係る第 3 の高周波信号伝送用積層構造の第 1 の例を模式的に示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)の A - A' 線断面図である。

【図 4】

本発明に係る第 3 の高周波信号伝送用積層構造の第 2 の例を模式的に示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)の A - A' 線断面図である。

【図 5】

本発明に係る第 3 の高周波信号伝送用積層構造の第 3 の例を模式的に示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)の A - A' 線断面図である。

【図 6】

信号配線接続導体部を構成する線幅・長さ・比誘電率と信号配線接続導体部のインダクタンスとの関係を示す線図である。

【図 7】

本発明の高周波信号伝送用積層構造の第 1 の例と従来例の高周波伝送特性を比較した線図である。

【図 8】

本発明の高周波信号伝送用積層構造の第 2 の例と従来例の高周波伝送特性を比較した線図である。

【図 9】

本発明の高周波信号伝送用積層構造の第 3 の例と従来例の高周波伝送特性を比

較した線図である。

【図 1 0】

従来の高周波信号伝送用積層構造の例を示す模式図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A'線断面図である。

【図 1 1】

従来の高周波信号伝送用積層構造の例の高周波伝送特性を比較した線図である

。

【符号の説明】

1：誘電体層

11,21：信号配線導体

12,22：表面接地導体

13,23：信号配線接続導体

14,24：表層信号用貫通導体

15,25：表層接地用貫通導体

16,26：表面接地導体非形成領域

32：内層接地導体

33：信号用貫通導体接続導体

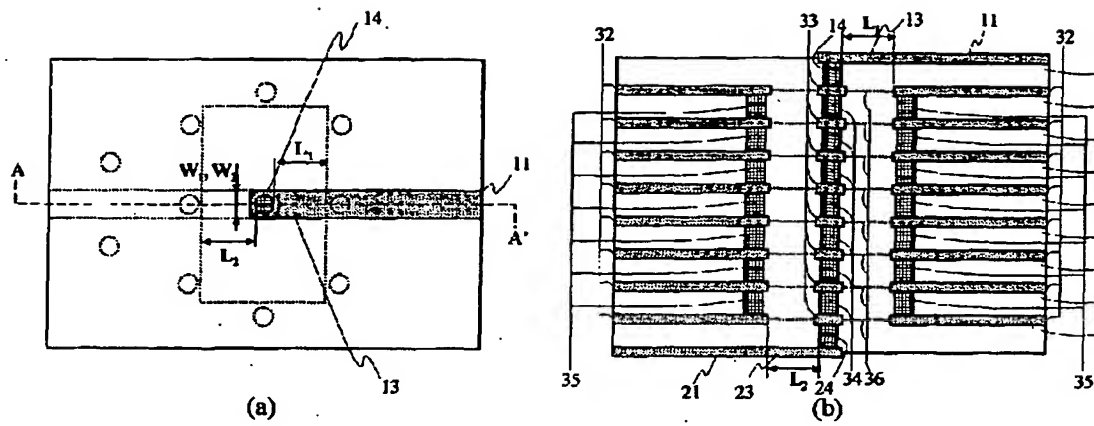
34：内層信号用貫通導体

35：内層接地用貫通導体

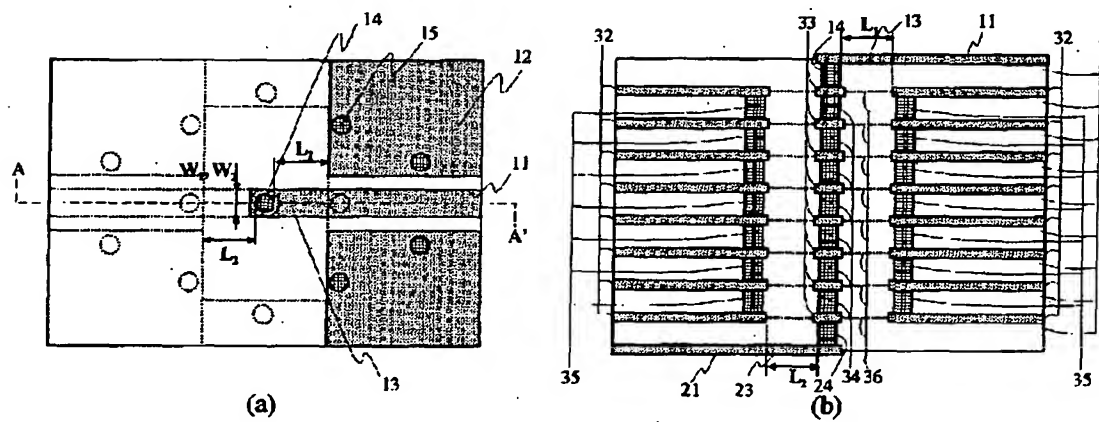
36：内層接地導体非形成領域

【書類名】 図面

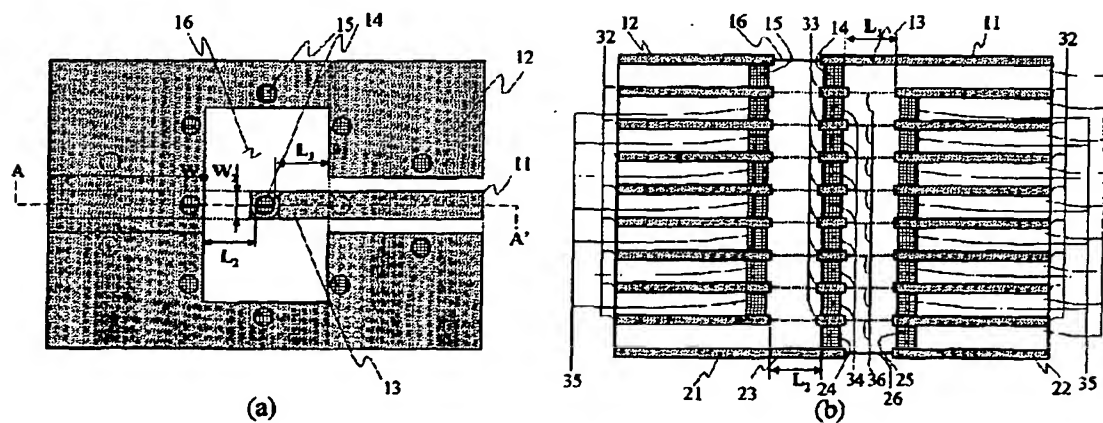
【図 1】



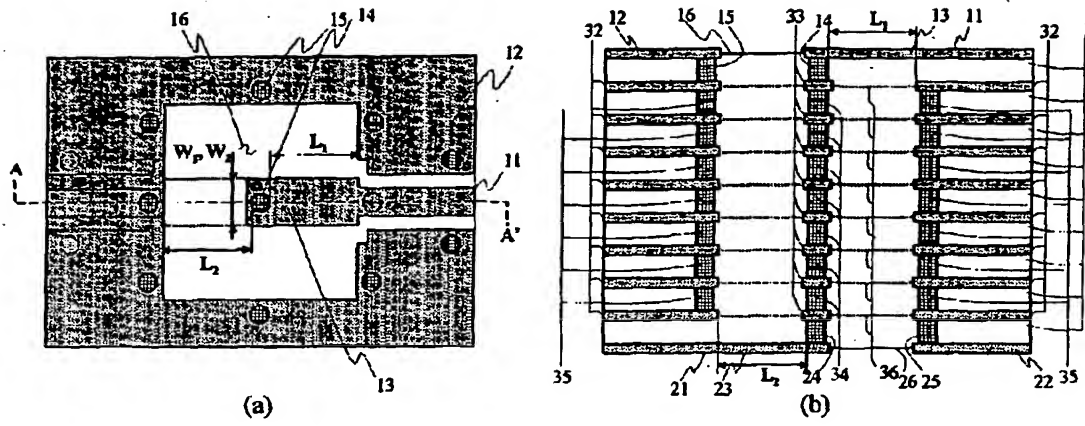
【図 2】



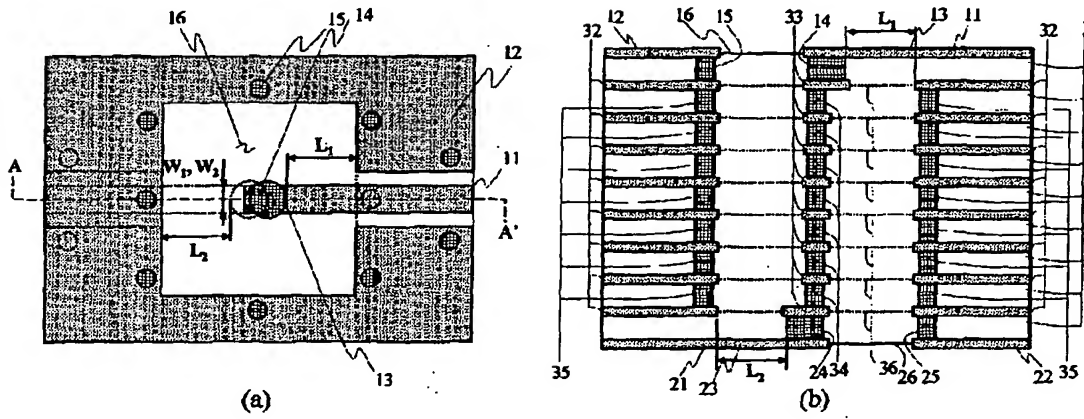
【図 3】



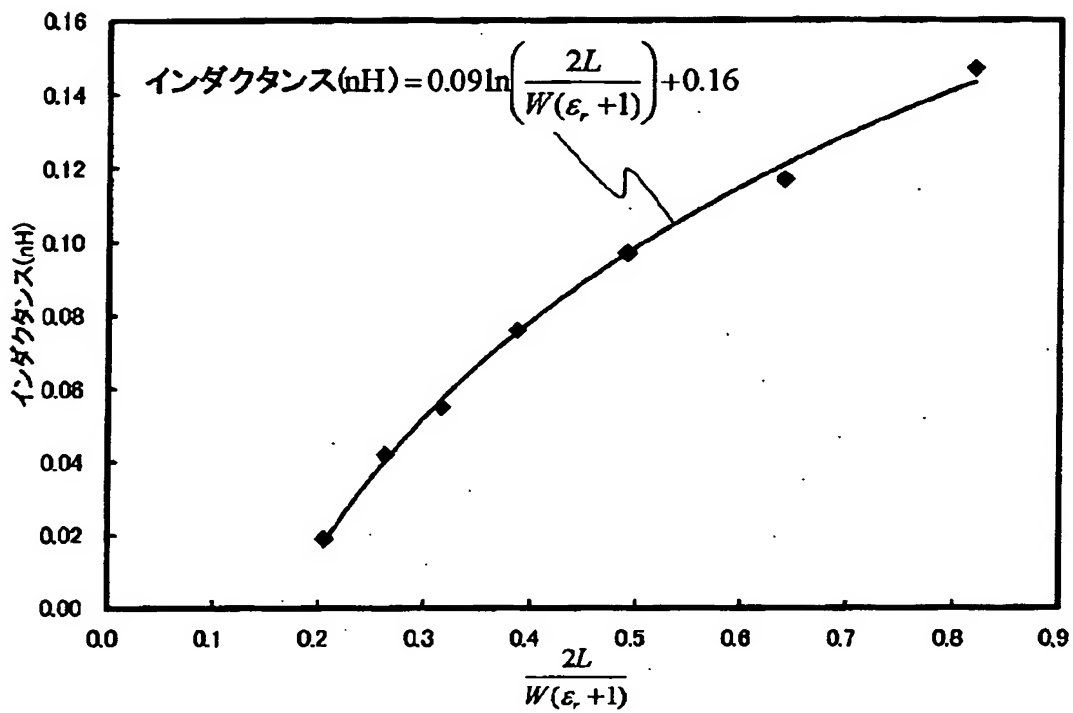
【図4】



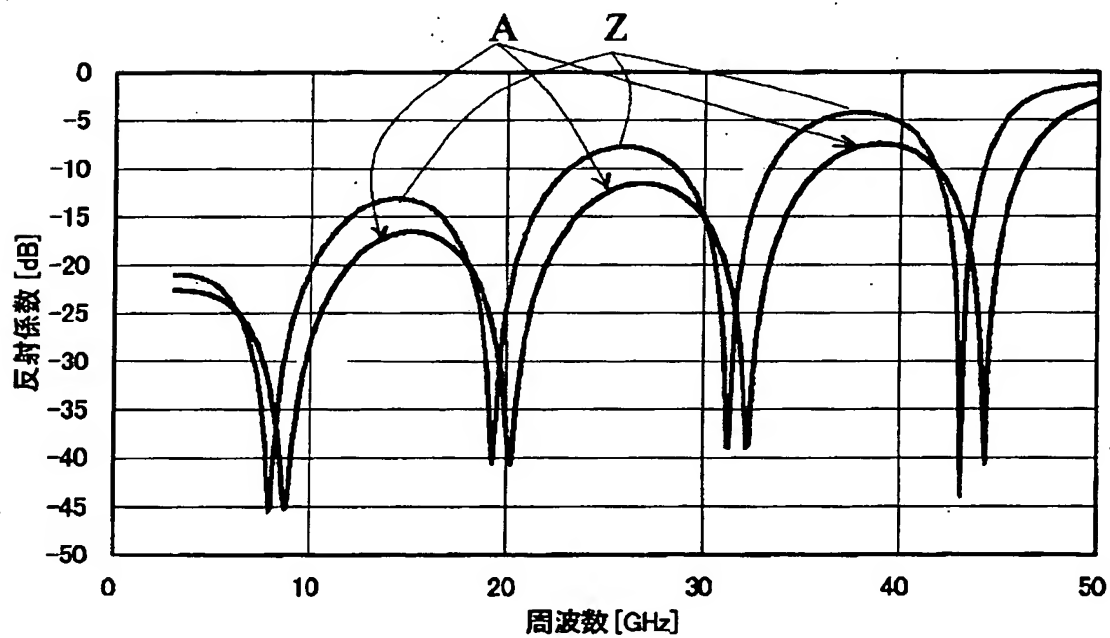
【図5】



【図 6】

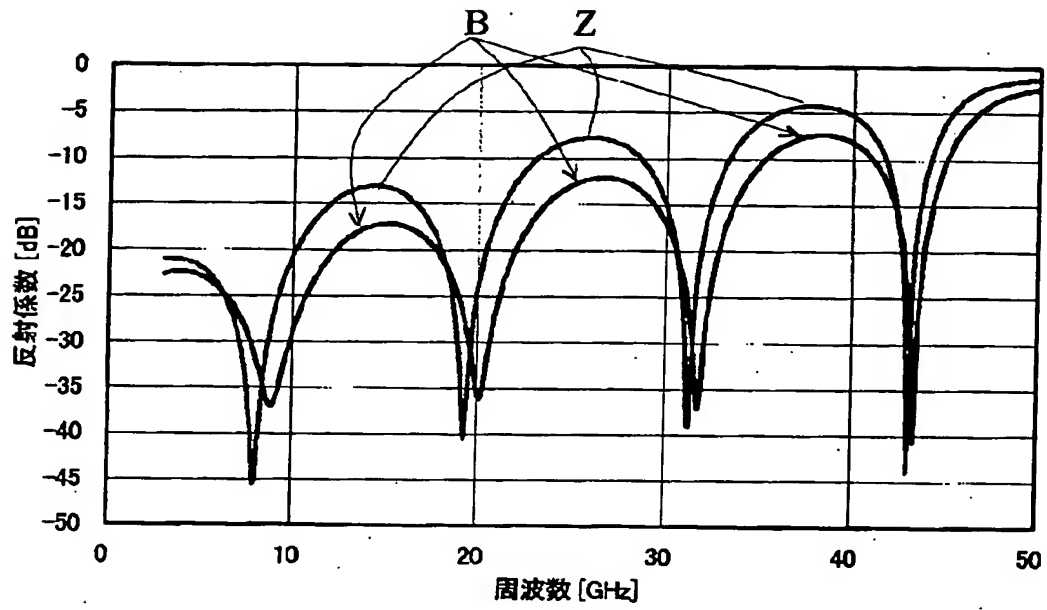


【図 7】

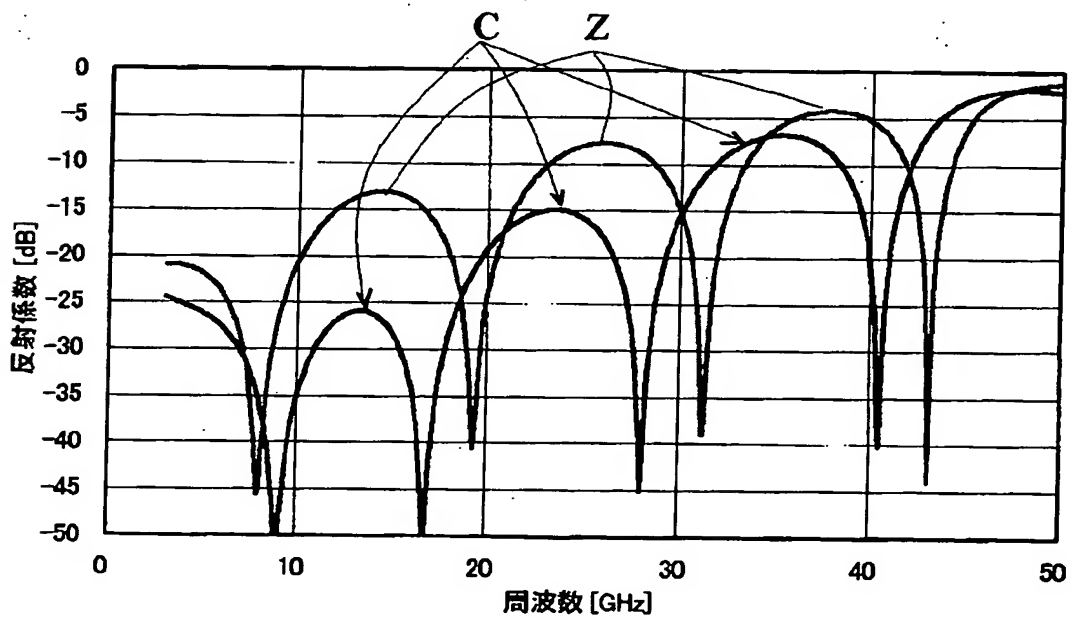




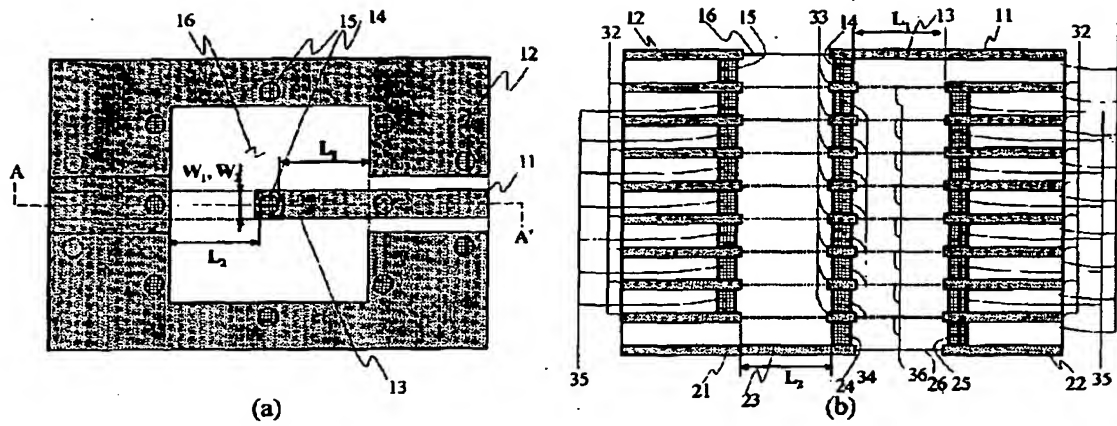
【図 8】



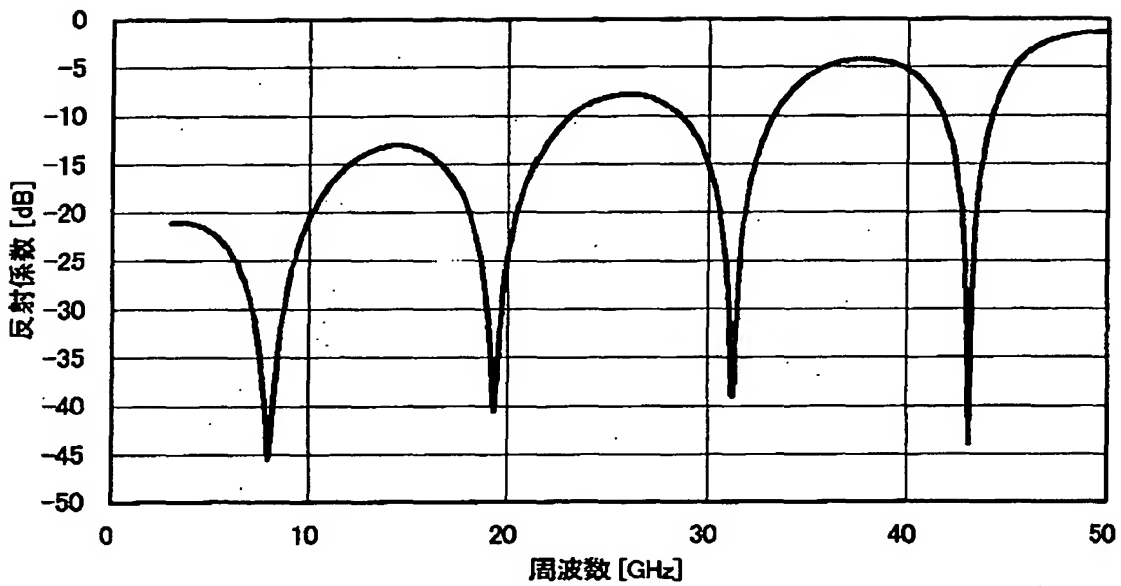
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信号配線接続導体の長さが長く、ここを伝搬する高周波信号から見てグラウンドまでの距離が遠いためにこの部分がインダクタンスとして働くことにより高周波信号特性の劣化が生じる。

【解決手段】 信号配線接続導体部のインダクタンスを小さくするために、構成する信号線幅・長さ・比誘電率を適切に設定することにより、高周波伝送特性に優れた高周波信号伝送用積層構造を得る。

【選択図】 図 1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 8 4 6 3 6
受付番号	5 0 2 0 1 4 5 8 4 8 4
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 9月30日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006633]

1. 変更年月日 1998年 8月21日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

氏 名 京セラ株式会社